

**государственное бюджетное общеобразовательное учреждение Самарской области  
средняя общеобразовательная школа № 2 города Сызрани городского округа Сызрань Самарской области**

Рассмотрена  
на заседании МО  
Протокол № 1  
от 30.08.2023

Проверена  
Заместитель директора по УВР  
«30» 08 2023 г.  
\_\_\_\_\_ Красникова О.Ю.

Утверждена  
Приказ № 567 от 31.08.2023 г.  
Директор  
\_\_\_\_\_ Ахмерова Л.И.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ «ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА»**

## **Пояснительная записка**

Рабочая программа по курсу «Ядерная физика» разработана на основе следующих нормативных документов:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования, утверждённый приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.05.2012 года № 413 (с изменениями и дополнениями).

2. Ю.А. Панебратцев. Элективный курс «Ядерная физика». Сборник элективных курсов для профильной школы – М.: Просвещение, 2019.

### **Курс ориентирован на использование учебников:**

1. Физика. Углублённый уровень. 11 класс: учебник/В. А. Касьянов.- 7-е изд., перераб. – М.:Дрофа, 2019.

### **Место предмета в учебном плане.**

Учебный курс предназначен для обучающихся 9-11 классов; рассчитан на 1 час в неделю, что составляет 34 часа в год.

### **I. Планируемые результаты освоения курса.**

В результате изучения курса у учащихся будут сформированы следующие **предметные результаты**.

*Учащийся научится:*

- раскрывать на примерах роль ядерной физики в формировании современной научной картины мира и в практической деятельности человека, взаимосвязь между физикой и другими естественными науками;
- объяснять и анализировать роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологии, в практической деятельности людей;
- характеризовать взаимосвязь между физикой и другими естественными науками;
- понимать и объяснять целостность физической теории, различать границы её применимости и место в ряду других физических теорий;
- владеть приёмами построения теоретических доказательств, а также прогнозирования особенностей протекания физических явлений и процессов на основе полученных теоретических выводов и доказательств;
- самостоятельно планировать и проводить физические эксперименты;
- решать практико-ориентированные качественные и расчётные физические задачи с опорой как на известные физические законы, закономерности и модели, так и на тексты с избыточной информацией;
- объяснять границы применения изученных физических моделей при решении физических и межпредметных задач;
- выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов;
- объяснять принципы работы и характеристики изученных машин, приборов и технических устройств;
- объяснять условия применения физических моделей при решении физических задач, находить адекватную предложенной в задаче физическую модель, разрешать проблему как на основе имеющихся знаний, так и при помощи методов оценки.

*Учащийся получит возможность научиться:*

- описывать и анализировать полученную в результате проведённых физических экспериментов информацию, определять её достоверность;
- понимать и объяснять системную связь между основополагающими научными понятиями: пространство, время, материя

(вещество, поле), движение, сила, энергия;

- решать экспериментальные, качественные и количественные задачи олимпиадного уровня сложности, используя физические законы, а также уравнения, связывающие физические величины;
- анализировать границы применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов;
- формулировать и решать новые задачи, возникающие в ходе учебно-исследовательской и проектной деятельности;
- усовершенствовать приборы и методы исследования в соответствии с поставленной задачей;
- использовать методы математического моделирования, в том числе простейшие статистические методы, для обработки результатов эксперимента.

## **II. Содержание учебного курса.**

### **Введение.**

Излучение абсолютно чёрного тела и квантовая гипотеза Планка, открытие Дж. Дж. Томсоном электрона. Открытие рентгеновского излучения. Открытие А. А. Беккерелем радиоактивности. Опыты Пьера и Марии Кюри. Создание А. Эйнштейном специальной теории относительности. Взаимосвязь между массой и энергией. Главная формула XX в.:  $E_0 = mc^2$ . Эксперимент Э. Резерфорда по открытию «планетарной» модели атомного ядра. Квантование энергии и модель Н. Бора. Последствия этих открытий для создания квантовой механики и ядерной физики как основы технического прогресса человечества в XX и XXI вв., создания картины микро- и макрокосмоса на основе Стандартной модели.

## **Тема 1. Квантовый мир атомов и молекул.**

Модель атома Бора и линейчатые спектры. Квантование энергии. Волны материи Л. де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов на кристаллах. Фотоэффект и эффект Комптона. Принцип неопределённости Гейзенберга. Уравнение Шредингера. Волновая функция и её вероятностная интерпретация. Квантовый эффект туннелирования. Квантование углового момента. Спин электрона. Принцип запрета Паули. Электронные оболочки атомов и Периодический закон Менделеева. Молекулы. Спектры атомов и молекул.

## **Тема 2. Масса и энергия в релятивистской теории.**

Основные постулаты специальной теории относительности. Преобразования Галилея и Лоренца. Инвариантность интервала. Масса в классической механике и теории относительности. Преобразования Лоренца для импульса и энергии. Масса — релятивистский инвариант. Связь энергии и массы покоя  $E_0 = mc^2$ . Примеры перехода массы в энергию и энергии в массу. Дефект массы и энергия связи ядер. Массы и энергия составных систем. Релятивистская кинематика и законы сохранения энергии и импульса.

## **Тема 3. Атомные ядра и радиоактивность.**

Основные свойства атомных ядер: состав, размер, форма, заряд, масса ядра, энергия связи. Изотопы. Границы стабильности атомных ядер. Спин протона и нейтрона. Угловой момент ядра. Ядерные силы. Классическая протон-нейтронная модель ядра. Ядерные модели: ферми-газ, капельная, оболочечная и обобщённая модель ядра. Короткодействующие нуклонные корреляции в ядрах и кумулятивный ядерный эффект. Радиоактивность. Виды радиоактивности:  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -распад, спонтанное деление. Границы стабильности атомных ядер. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность радиоактивного источника. *Качественные и расчётные задачи. Математический практикум «Статистический характер радиоактивного распада».*

## **Тема 4. Ядерные реакции.**

Ядерные превращения в экспериментах Резерфорда. Открытие протона и нейтрона. Реакции деления ядер. Цепная ядерная реакция. Термоядерные реакции. Подпороговые реакции. Рождение антипротонов. Изучение структуры протонов и ядер в пучках

электронов. *Качественные и расчётные задачи.*

### **Тема 5. Происхождение элементов во Вселенной.**

Фундаментальные взаимодействия. Стандартная модель. Большой взрыв. Атомы водорода и легчайших элементов. Синтез элементов в звёздах. Взрывы сверхновых звёзд и нейтронные звёзды.

### **Тема 6. Синтез новых сверхтяжёлых элементов.**

Трансурановые и трансфермиевые элементы. «Остров стабильности» и синтез новых сверхтяжёлых элементов. Лаборатория ядерных реакций им. академика Г. Н. Флёрва. Модель циклотрона и детектора для регистрации сверхтяжёлых элементов. Как регистрируют сверхтяжёлые элементы.

### **Тема 7. Ускорители и коллайдеры.**

Принципы работы линейных и циклических ускорителей. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном поле. В. И. Векслер: принцип автофазировки. А. М. Будкер: идея электронного охлаждения и первые встречные кольца. Большой адронный коллайдер (LHC) в Европе и коллайдер релятивистских ядер (RHIC). Модель ускорительного комплекса НИКА — российского коллайдера тяжёлых ионов.

### **Тема 8. Исследование столкновений релятивистских ядер.**

Что происходит при столкновениях релятивистских ядер. Детекторы для регистрации продуктов ядерных реакций. Основные характеристики ре-акций. Триггер для отбора событий. Время-проекционная камера. Электромагнитный калориметр, кремниевые детекторы для определения вершины взаимодействия.

### **Тема 9. Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества.**

Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества. Ядерные реакторы. Природные ядерные реакторы. *Решение качественных и расчётных задач. Интерактивная модель ядерного реактора.*

### **Тема 10. Ядерная физика и медицина.**

Ядерная физика и медицина. Модель ускорительного комплекса для протонной радиотерапии.

### **Тема 11. Ядерная физика с нейтронами.**

Ядерные исследования с нейтронами. Свойства нейтронных пучков. Модель исследовательского импульсного реактора на быстрых нейтронах ИБР-2. Применение нейтронного активационного анализа в экологии. Ядерная планетология. Поиск воды на Марсе при помощи источника нейтронов.

### **Тема 12. Радиобиология.**

Что изучает радиобиология. Состав космического излучения и его воздействие на живые организмы. Пилотируемые полёты в космос и радиационные риски. Астробиология. *Моделирование радиационных повреждений клеток в среде GEANT.*

### **Тема 13. Взаимодействие излучения с веществом.**

Взаимодействие заряженных частиц, фотонов и электронов с веществом.

### **Тема 14. Детекторы заряженных частиц и гамма-квантов.**

Различные типы детекторов: газовый, фотоэмульсии, пузырьковая камера, сцинтилляционный, полупроводниковый, детектор на основе микроканальных пластин. Съём сигнала с детектора. Энергетические и время-пролётные спектры. Современные методы съёма и оцифровки информации.

### **Тема 15. Лабораторный практикум.**

Виртуальная лаборатория «Основы измерения сигналов с детекторов». Виртуальная лаборатория «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей». Виртуальная лаборатория гамма-спектроскопии. Виртуальная лаборатория спонтанного деления ядер. Математический практикум по обработке результатов измерений в среде ROOT. Математический практикум по моделированию радиационных повреждений клетки в среде GEANT.

### III. Тематическое планирование.

Темы	Количество часов
Введение.	1
Квантовый мир атомов и молекул.	3
Масса и энергия в релятивистской теории.	2
Атомные ядра и радиоактивность.	2
Ядерные реакции.	2
Происхождение элементов во Вселенной.	2
Синтез новых сверхтяжёлых элементов.	1
Ускорители и коллайдеры.	2
Исследование столкновений релятивистских ядер.	1
Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества.	1
Ядерная физика и медицина.	1
Ядерная физика с нейтронами.	1
Радиобиология.	1
Взаимодействие излучения с веществом.	1
Детекторы заряженных частиц и гамма-квантов.	1
Лабораторный практикум.	12
<b>Итого:</b>	<b>34</b>